

# Software Defined Radio性能演示

郑显明

2020.09.02



# 一、技术参数

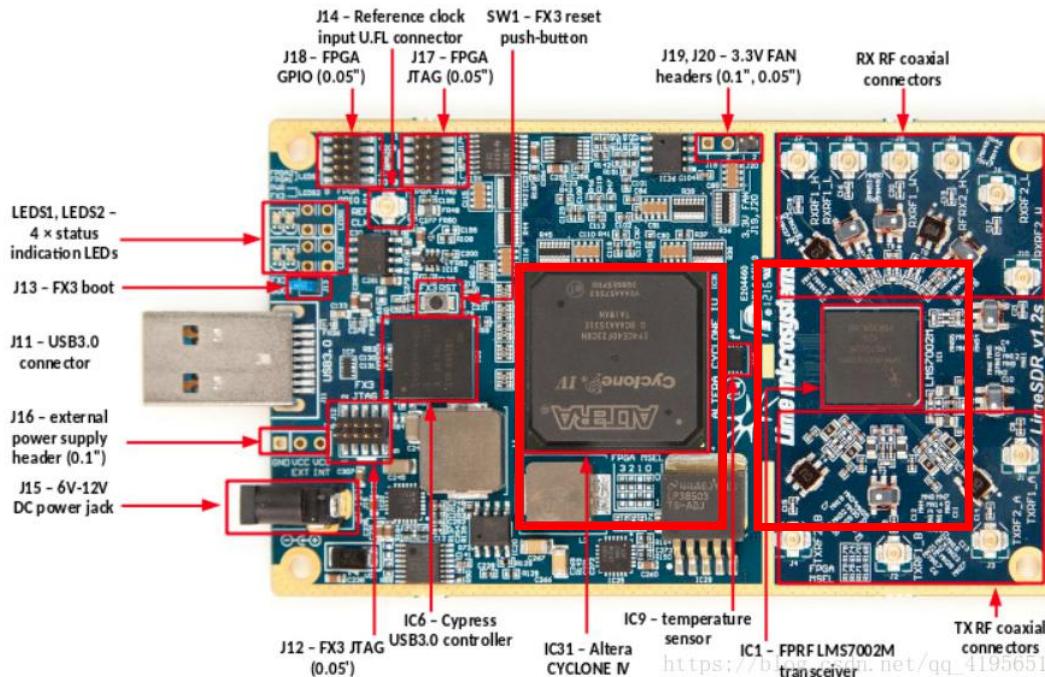
---



- RF收发器: Lime Microsystems LMS7002M FPRF
- FPGA: Altera Cyclone IV EP4CE40F23 - 也与EP4CE30F23兼容
- 内存: 256 MBytes DDR2 SDRAM
- USB 3.0控制器: 赛普拉斯USB 3.0 CYUSB3014-BZXC
- 振荡器: Rakon RPT7050A @ 30.72MHz
- 连续频率范围: 100 kHz - 3.8 GHz
- 带宽: 61.44 MHz
- RF连接: 12个U.FL连接器 (6个RX, 4个TX, 2个CLK I / O)
- 功率输出 (CW) : 高达10 dBm
- 多路复用: 2x2 MIMO
- 电源: Micro USB连接器或可选的外部电源
- 状态指示灯: 可编程LED
- 尺寸: 100毫米x 60毫米

[https://blog.csdn.net/qq\\_41956518](https://blog.csdn.net/qq_41956518)

# 二、器件及引脚



**IC1-FPRF LMS7002M transceiver** 这个是可现场编程射频门，是整个SDR中最重要的一个器件，承担着信号的收发

**IC6-Cypress USB3.0 controller** 这个是赛普拉斯USB3.0的控制器

**IC9-Temperture sensor** 这个是一个温度传感器，与LimeSuite连接后可以读取板子的实时温度

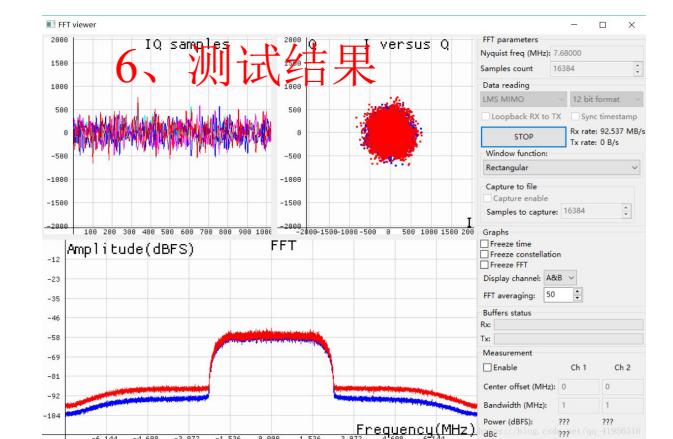
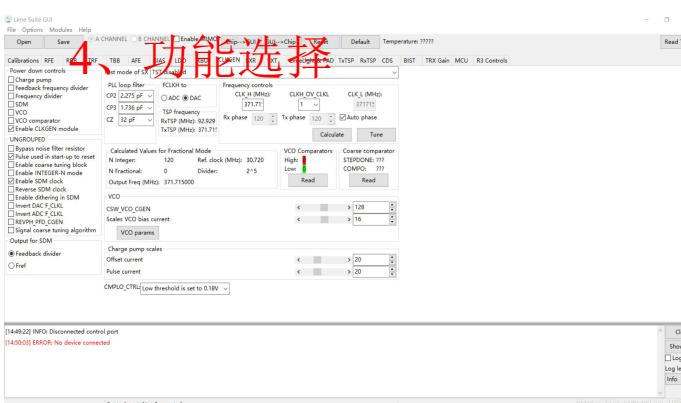
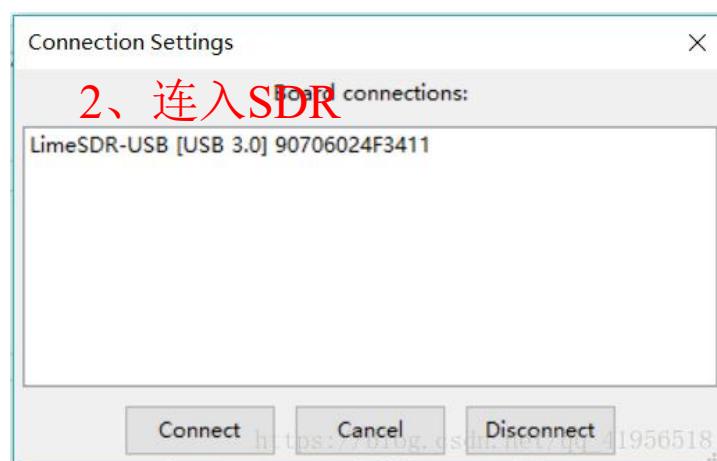
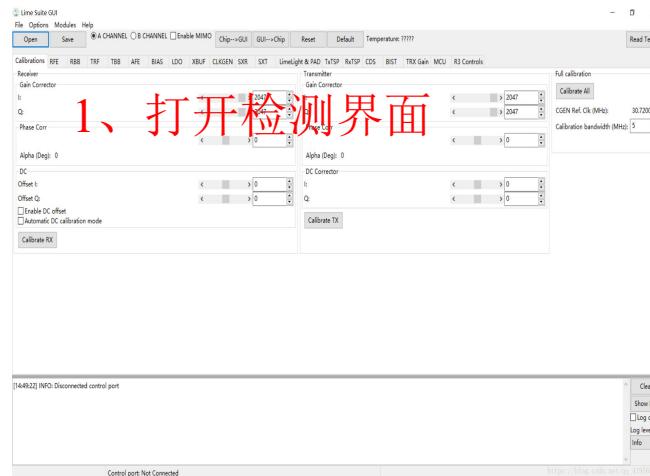
**IC31- Altera CYCLONE IV** 这是一个FPGA，可以自己定义固件

**LEDS1, LEDS2-4 ststus indication LEDs** 这个是LED指示灯，当你使用GRC, Pothos, LimeSuite向LimeSDR发出指令时，这些灯就会闪烁。

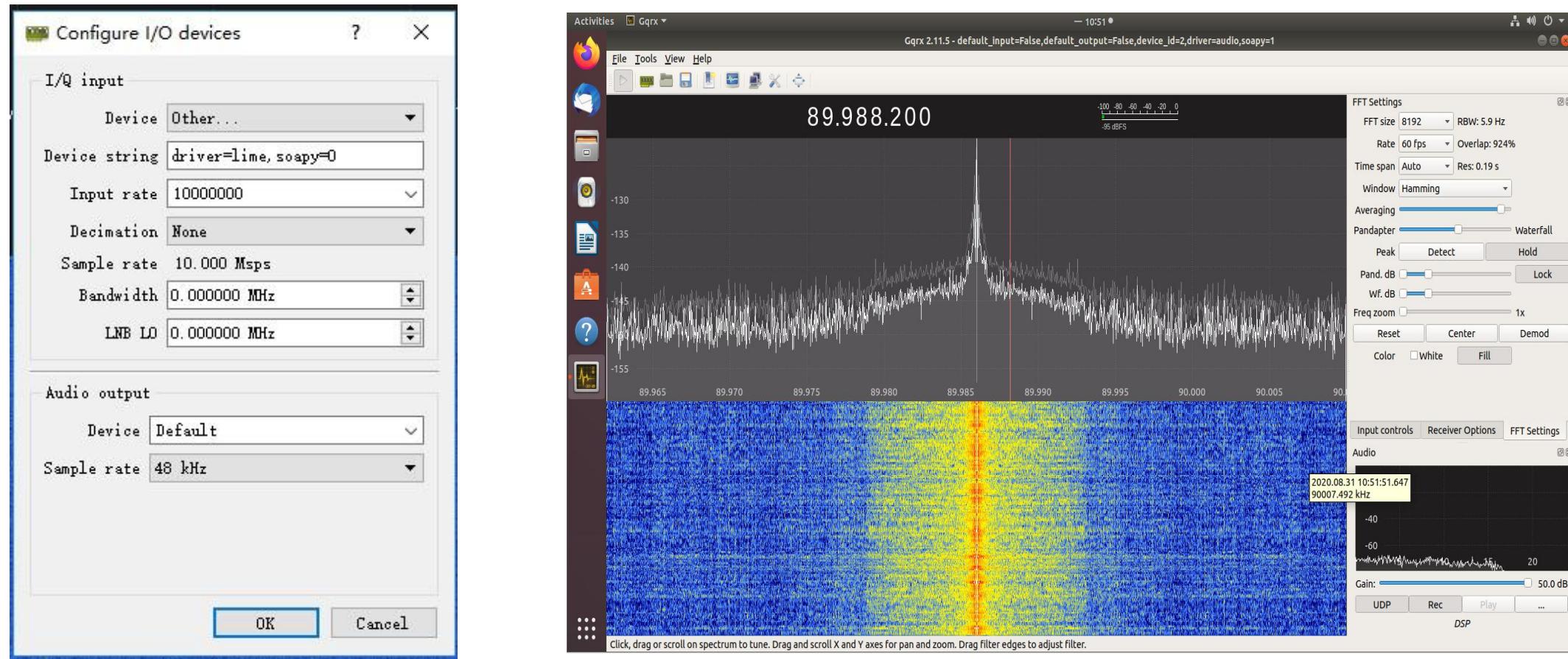
**J17、J18都是FPGA的引脚，一个使用GPIO，一个使用JTAG**

**J14-外部基准时钟接口** 这是为了配置MIMO使用的

# 三、自测程序操作



# 四、基本使用



# 五、 SDR宽带收发实例

---

## 1 实验目的

利用 Limesdr 和 GNU Radio 实现 FM 宽带广播发射与接收，理解 FM 调制解调的基本原理。

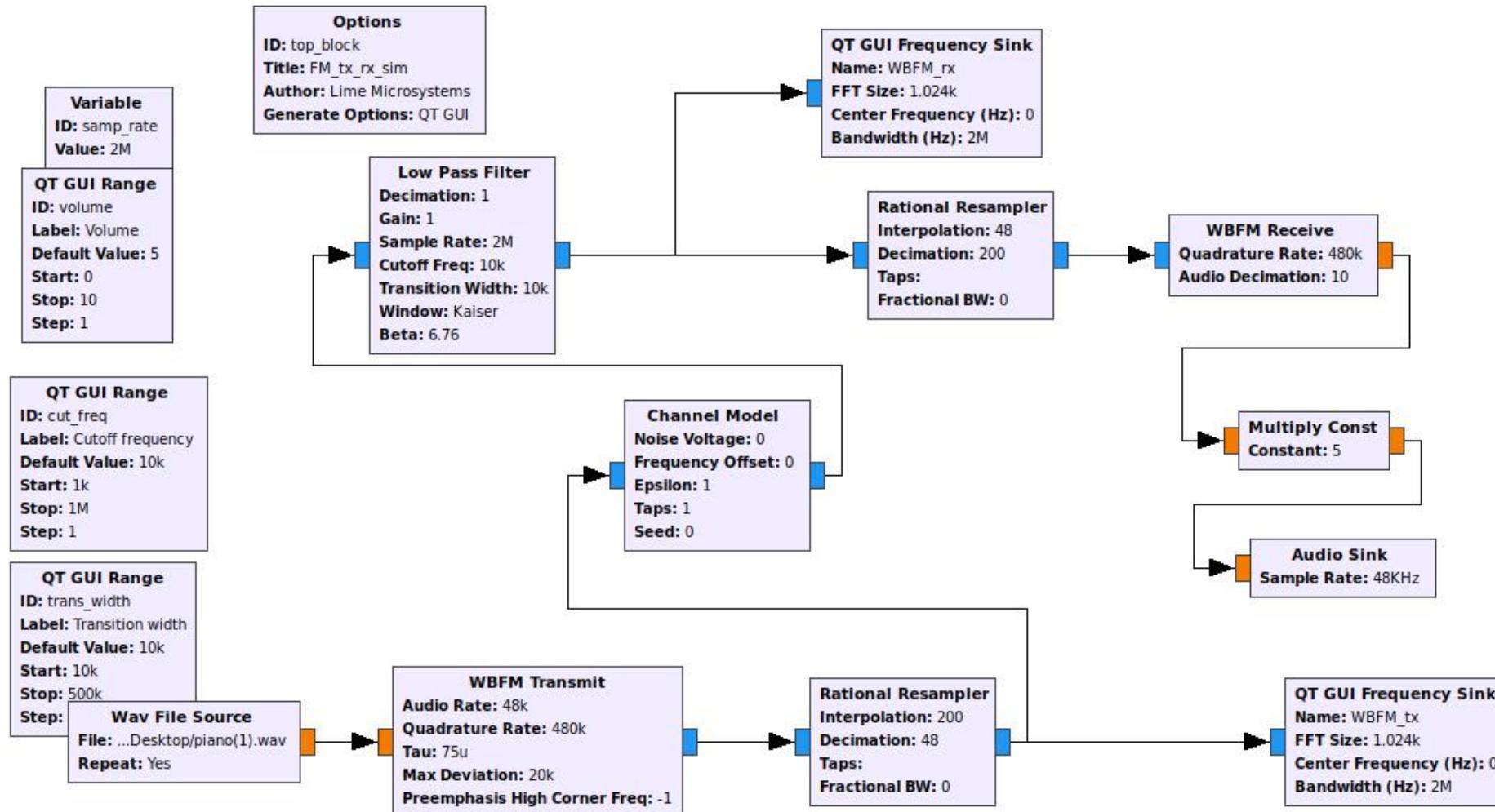
实验流程包括：首先，搭建 FM 宽带广播的发射机与接收机，分别搭建 FM 宽带广播的调制发送和 FM 宽带广播的解调接收的 GRC(gnuradio-companion)框图程序，进行纯仿真实验，验证 FM 宽带广播的调制解调操作的正确性；其次，将 GRC 框图修改为使用 Limesdr 进行发送和接收的框图程序，在基于 Lime 的软件无线电平台中实现 FM 宽带广播的发送和接收解调的过程；最后，分析实验结果。

# 五、SDR宽带收发实例

---

- 如图所示，搭建FM宽带广播的调制解调仿真的GNU Radio Companion (GRC) 框图程序 (WBFM\_tx\_rx\_sim.grc)。该程序包括以下GRC模块
  - 音频信号读取 (Wav File Source)
  - WBFM发送模块 (WBFM Transmit)
  - 重采样器 (Rational Resampler)
  - 频谱仪 (QT GUI Frequency Sink)
  - 低通滤波器 (Low Pass Filter)
  - WBFM接收模块 (WBFM Receive)
  - 常数乘因子 (Multiply Const)
  - 音频播放 (Audio Sink)

# 五、SDR宽带收发实例

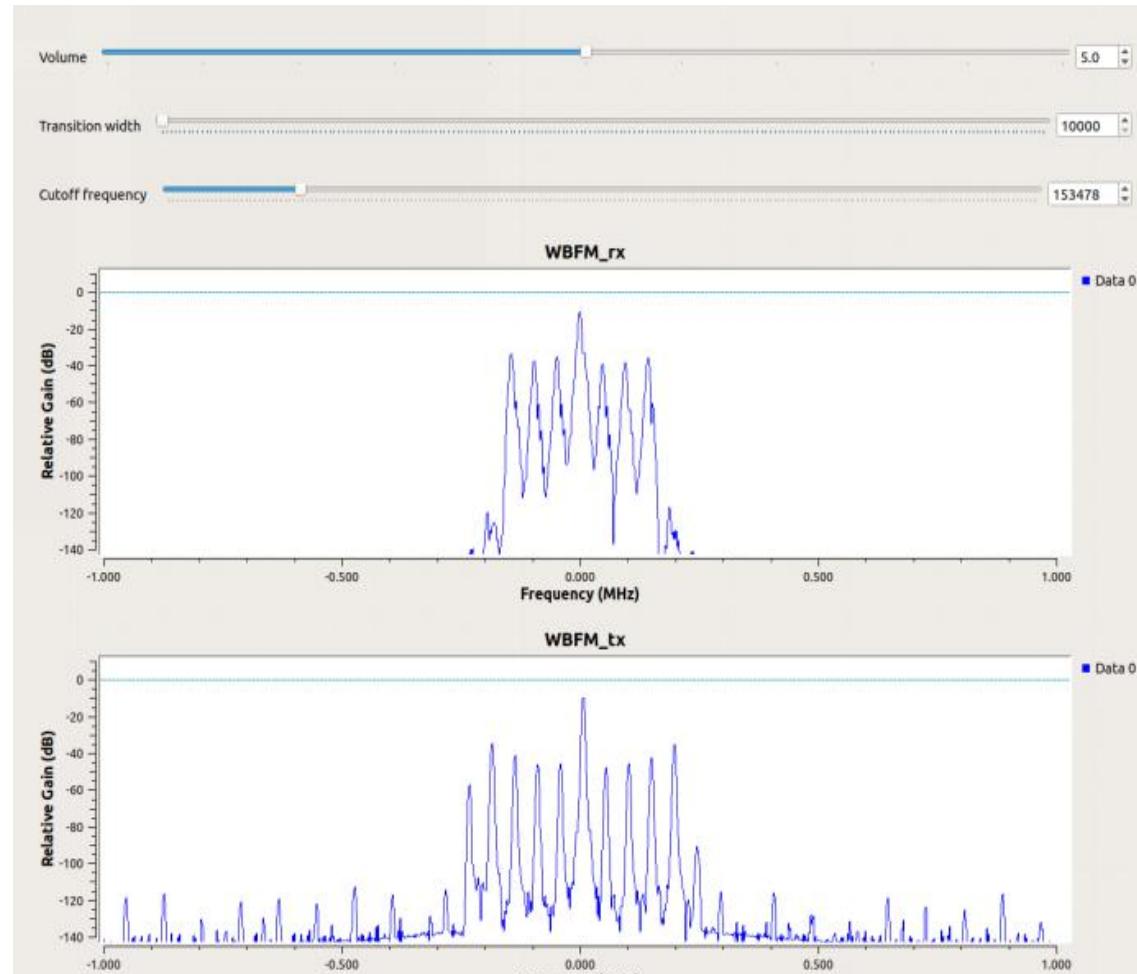


# 五、SDR宽带收发实例

原始的声音信号通过WBFM Transmit转换为WBFM信号，再通过重采样器（Rational Resampler）调整采样率。

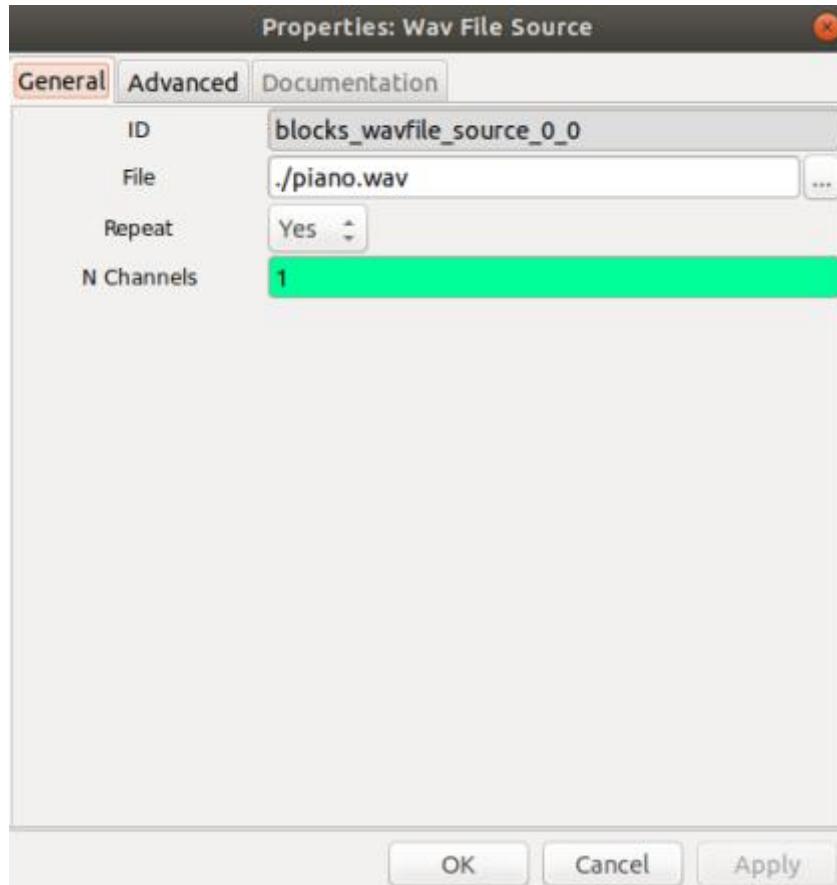
信号经过信道模型后到接收部分。通过低通滤波器滤除一部分噪声以后，再通过重采样器（Rational Resampler）调整采样率，与第一个重采样器相比，可以看到它们的插值数（Interpolation）和抽值数（Decimation）正好相反。

最后再经过WBFM Receive将WBFM信号还原为音频信号，经过放大器（Multiply Const）后由Audio Sink处理播放出声音。



# 五、 SDR宽带收发实例

---



模块作用---从音频文件（piano.wav）中读取数据。该模块包含以下几种属性（Properties）

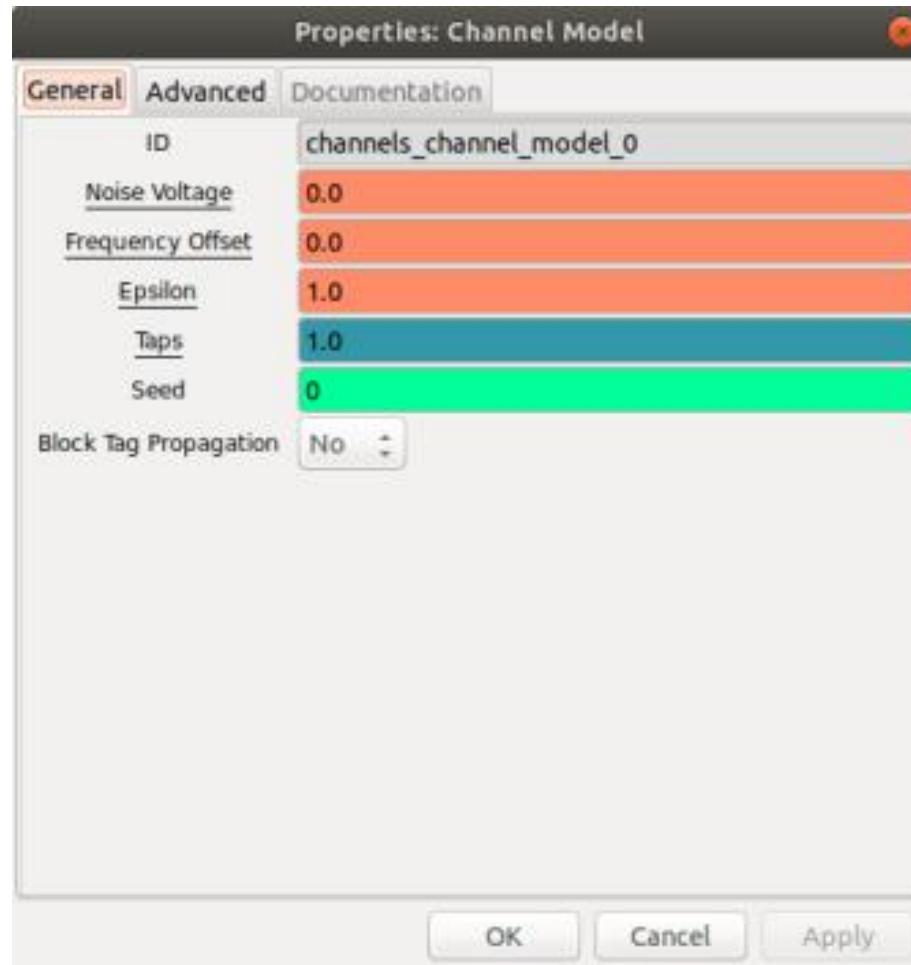
**ID**--该模块的唯一ID标识号

**File**--该模块读取的音频文件路径名称

**Output Type**--用于指定输出数据的类型

**Repeat**--用于选择是否重复读取（重复播放）

# 五、SDR宽带收发实例



ID---该模块的唯一ID标识号

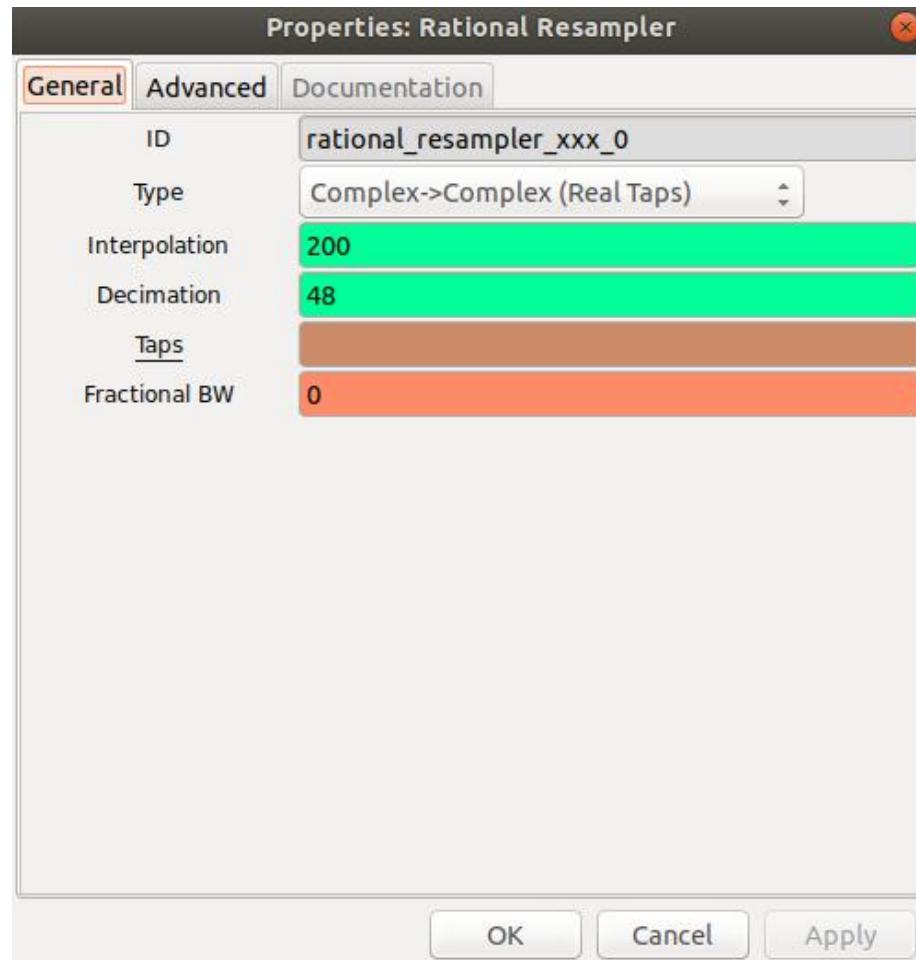
**Noise Voltage**---AWGN噪声电压等级（一般需要根据仿真需要的信噪比SNR来设定）

**Frequency Offset**---频率偏移值。0表示没有频率偏移

**Epsilon**---该数值用来模拟发射者和接收者之间的时钟偏差，取值1.0表示不存在偏差，即表示二者时钟同步。

**Block Tag Propagation**---当取值为Yes时，数据将无法通过此模块传输，因此本实验中该属性取值为No

# 五、 SDR宽带收发实例



模块作用---对数字信号进行抽值采样和插值采样，在这里起变频作用

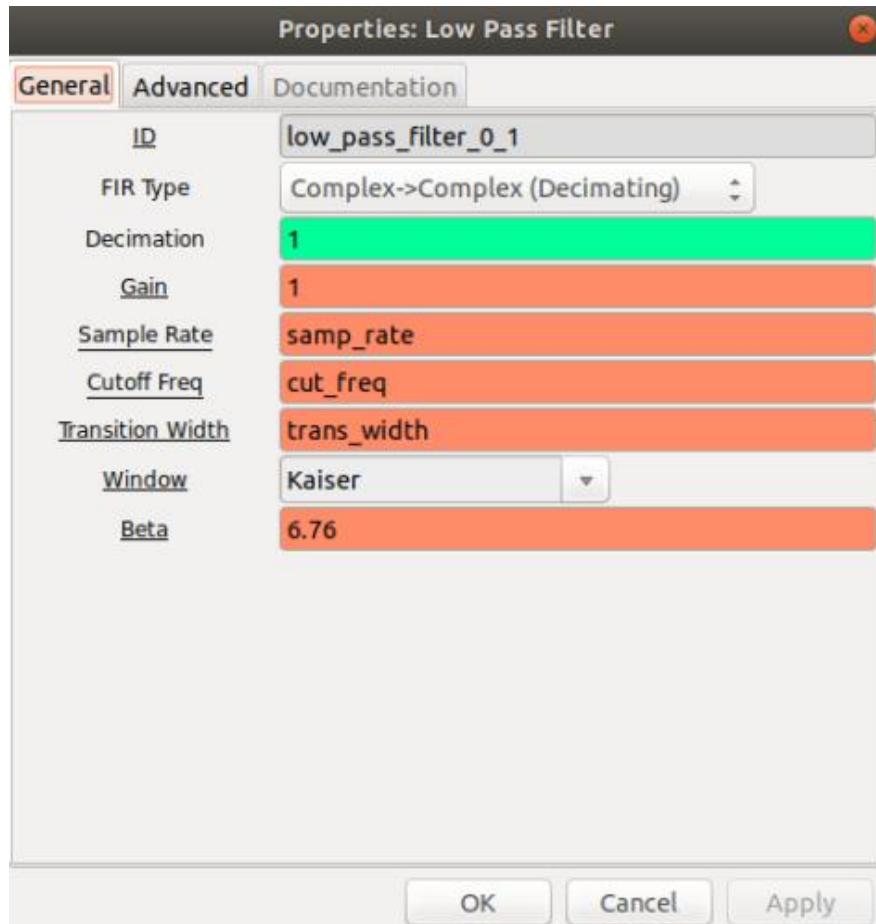
ID---该模块的唯一ID标识号

Type---用于指定输入输出数据的类型

Interpolation---插值数

# 五、 SDR宽带收发实例

---



ID---该模块的唯一ID标识号

Type---用于指定输入输出数据的类型

**Decimation**---抽值数

**Gain**---增益

**Sample Rate**---采样率

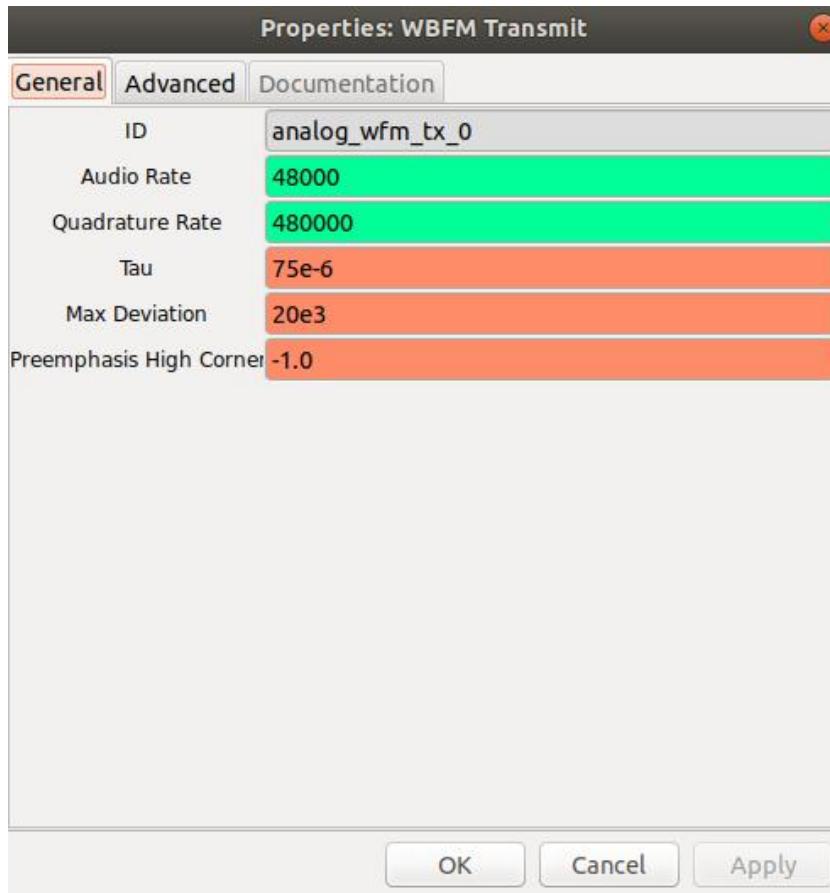
**Cutoff Freq**---截止频率，决定能通过低通滤波器的最大频率

**Transition Width**---过度带宽，通带和阻带之间的带宽

Windows---窗口函数

Beta---Kaiser窗口的参数

# 五、 SDR宽带收发实例



模块作用---将音频信号调制为WBFM信号

Adudio Rate---音频信号查采样率

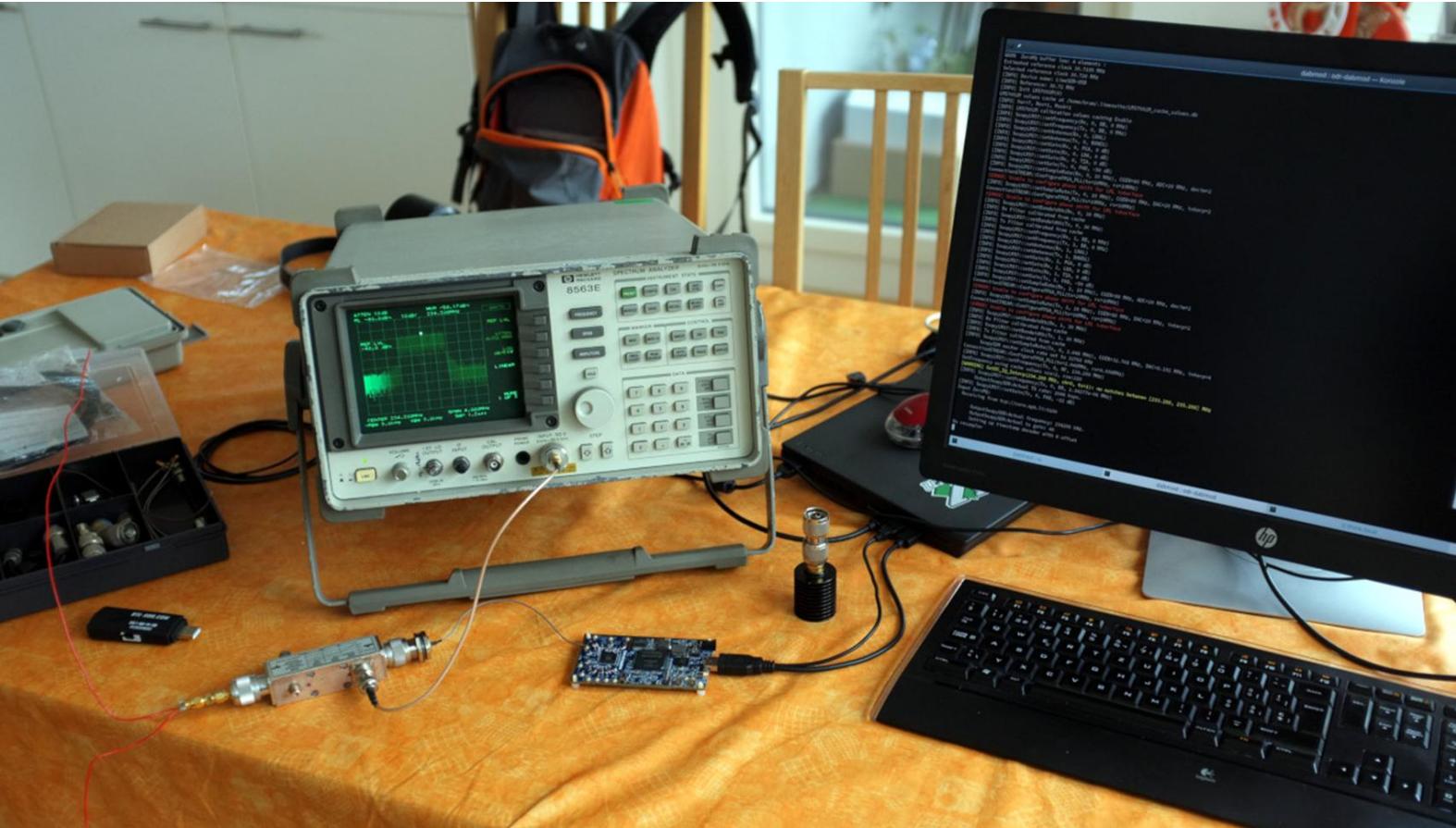
Quadrature Rate---输出信号采样率，需要是音频信号的整数倍

Tau---预加重时间常数

Max Deviation---最大偏差数 (Hz)

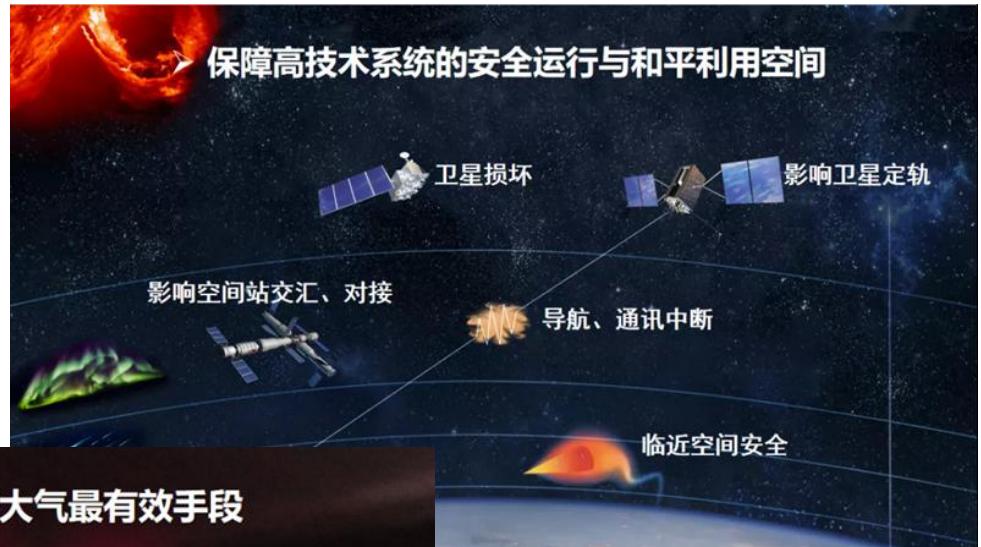
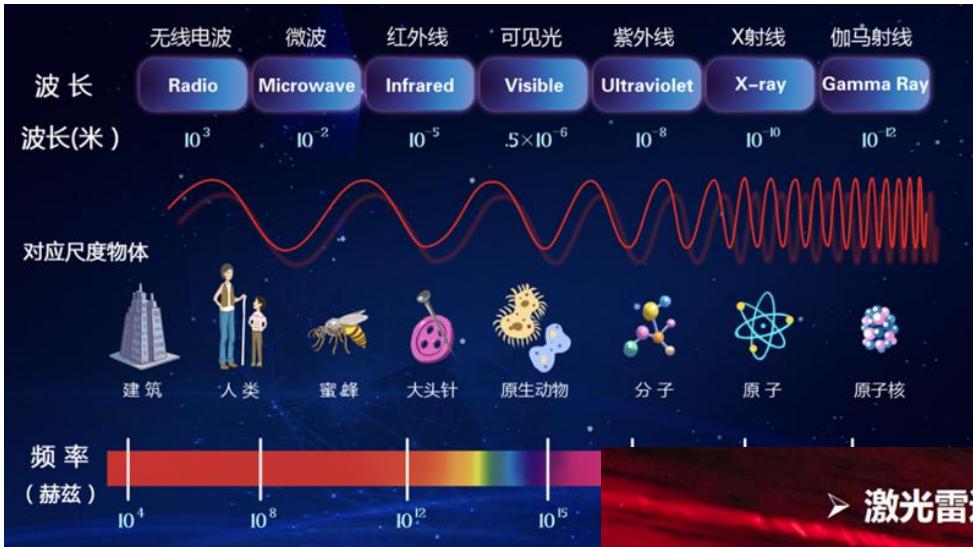
# 六、结果展示

---



可以实现数据输入  
示波器  
信号发生器的数据  
输入不行

# 第二部分 激光雷达



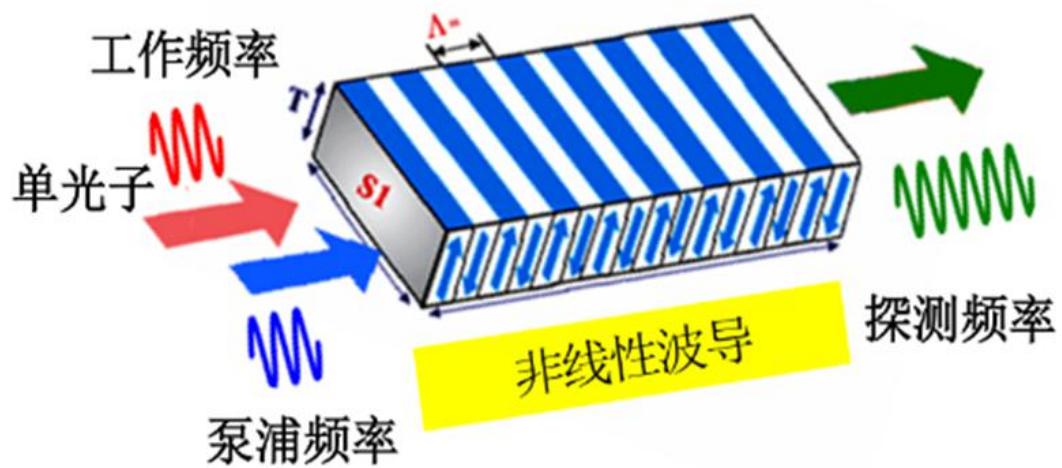
- 气球上不去
- 卫星下不来

# 八、技术方法

---



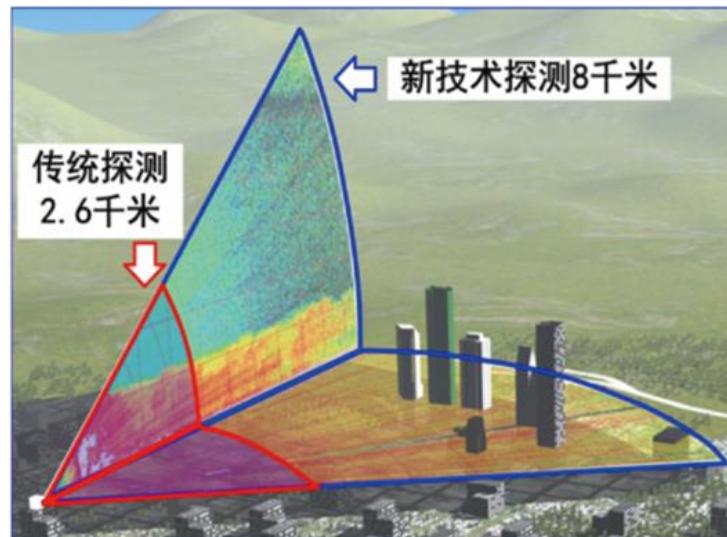
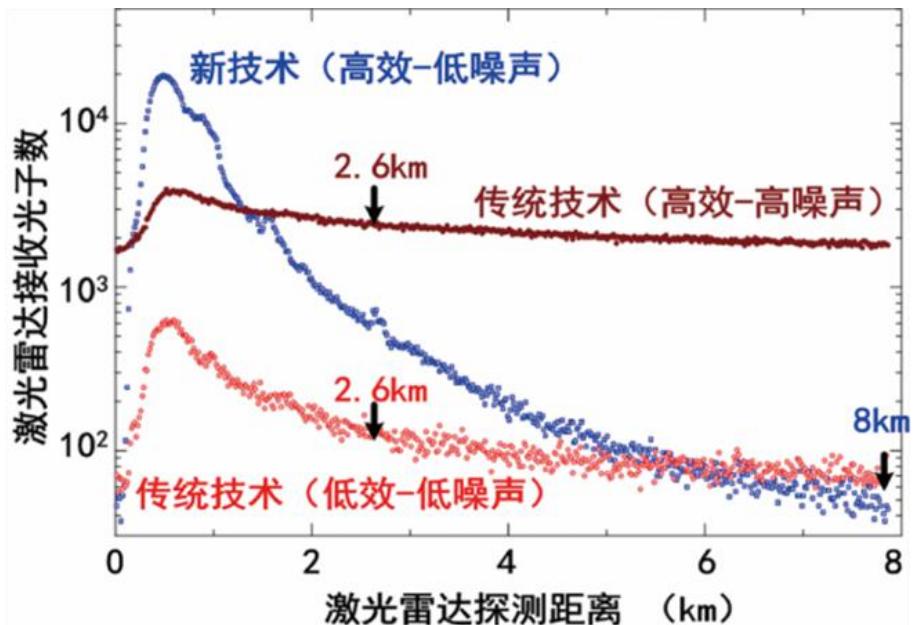
频率转换接收机



红光的探测器性能较差。

探测过程中利用单光子频率转换技术，可以把红光转换成863nm，在转换过程中利用单光子操作，可以把光频附近的太阳光给压缩掉，提高信噪比。

# 八、技术方法



新技术将探测距离增加到3倍

$$P_R = \frac{P_T G_T}{4\pi R^2} \times \frac{\delta}{4\pi R^2} \times \frac{\pi D^2}{4} \times \eta_{Atm} \eta_{Sys}$$

长沙国防科大相干合成

中科院上海光机所非相干合成

式中,  $P_R$  是接收激光功率 (W);  $P_T$  发射激光功率 (W);  $G_T$  是发射天线增益;  $\sigma$  是目标散射截面;  $D$  是接收孔径 (m);  $R$  是激光雷达达到目标的距离 (m);  $\eta_{Atm}$  是单程大气传输系数;  $\eta_{Sys}$  是激光雷达的光学系统的传输系数。定义  $A_R = \pi D^2$  是有效接收面积 ( $m^2$ )。式中还

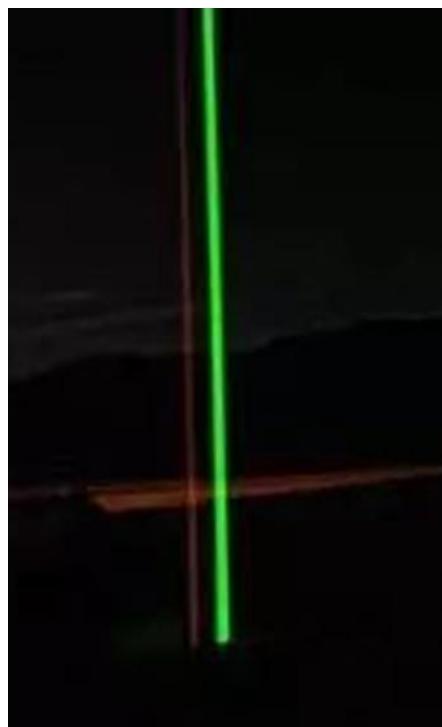
窦贤康院士课题组:

- 高功率激光器
- 大口径望远镜
- 单光子探测器
- 基于量子技术的单光子频率转换技术
- 超导传输

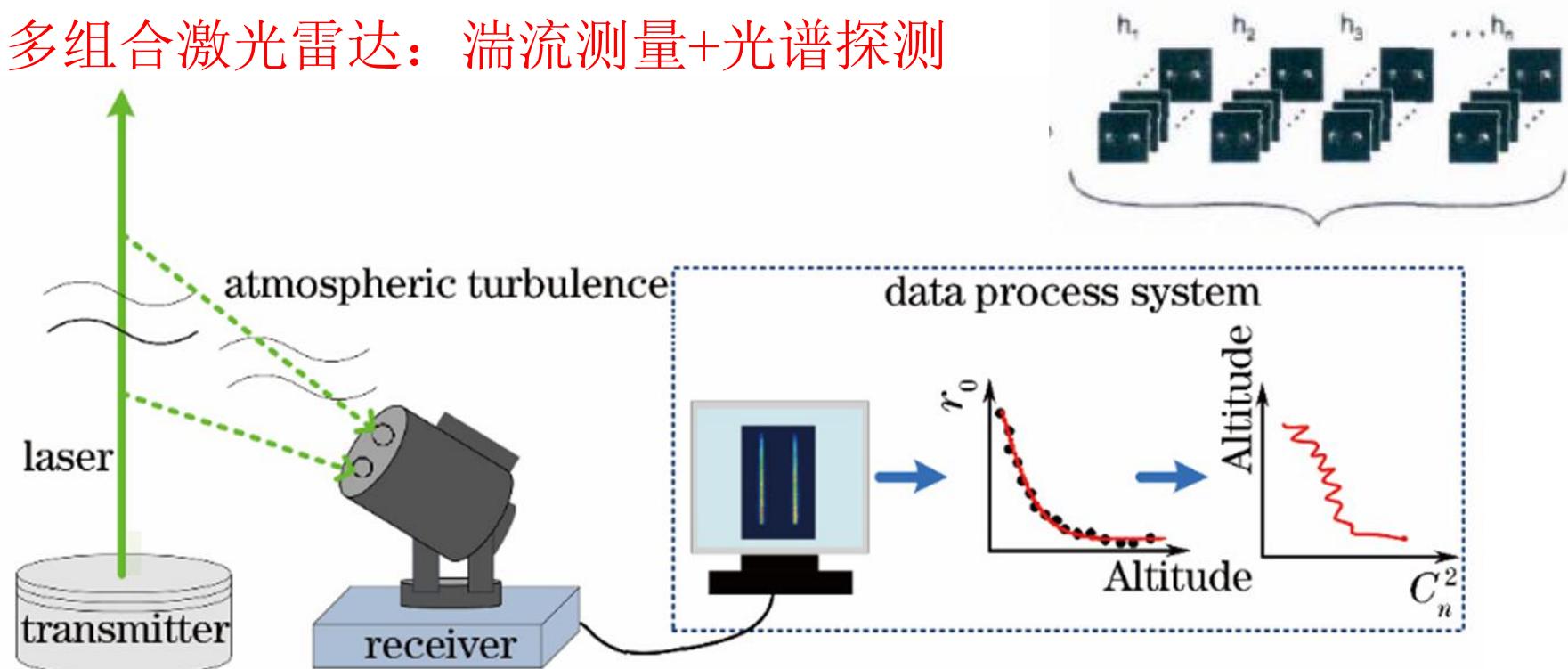
我们该如何做:

- 另辟蹊径——光谱

# 八、技术路线

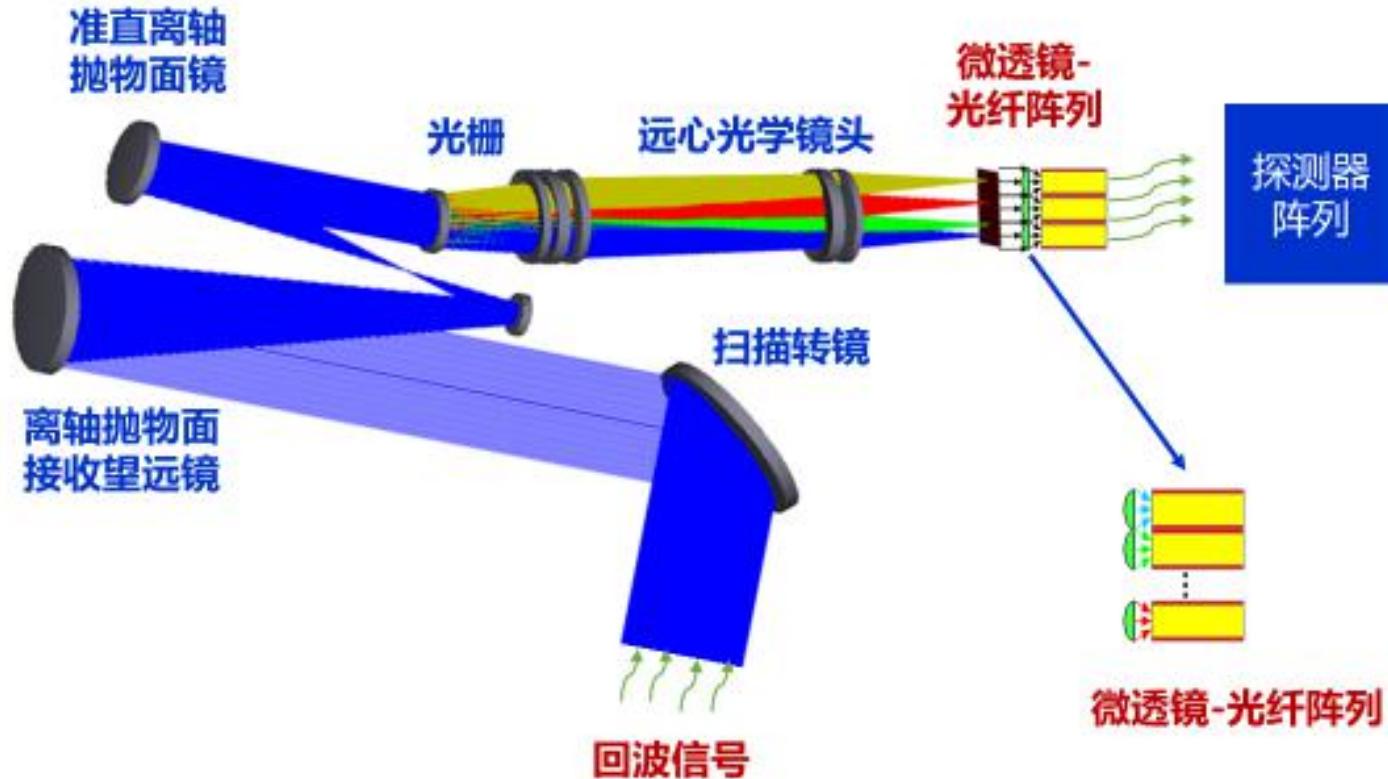


多组合激光雷达：湍流测量+光谱探测



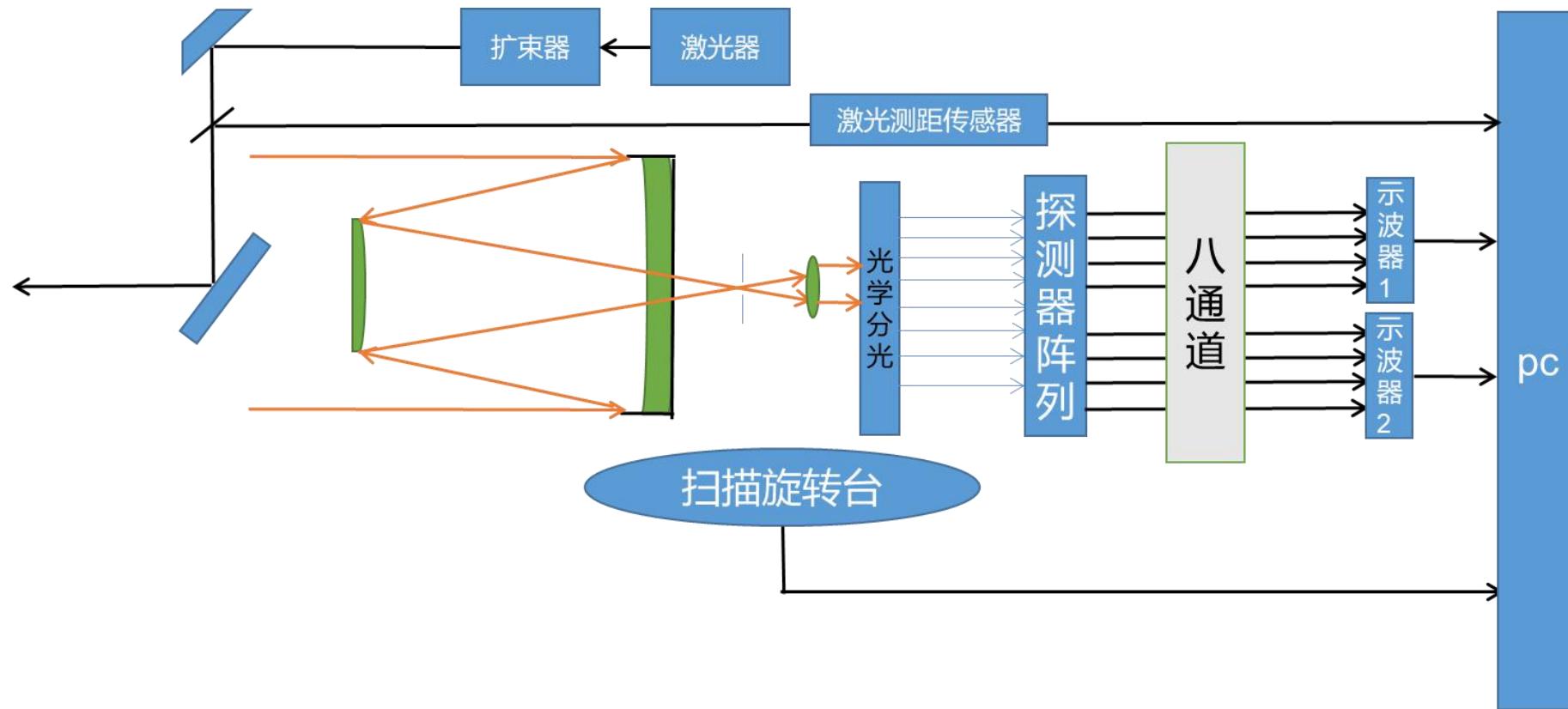
# 八、技术方案

---

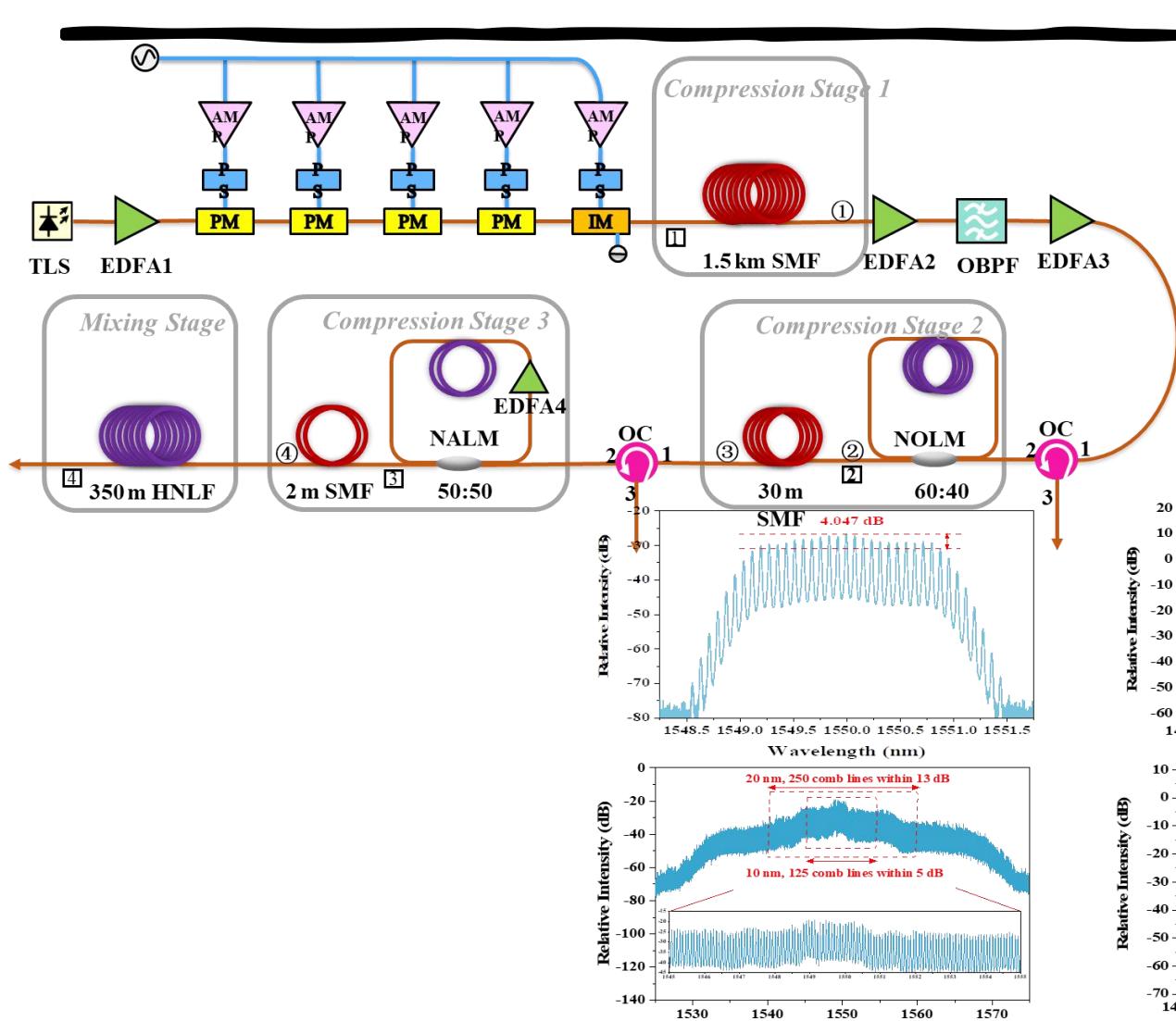


# 八、技术方案

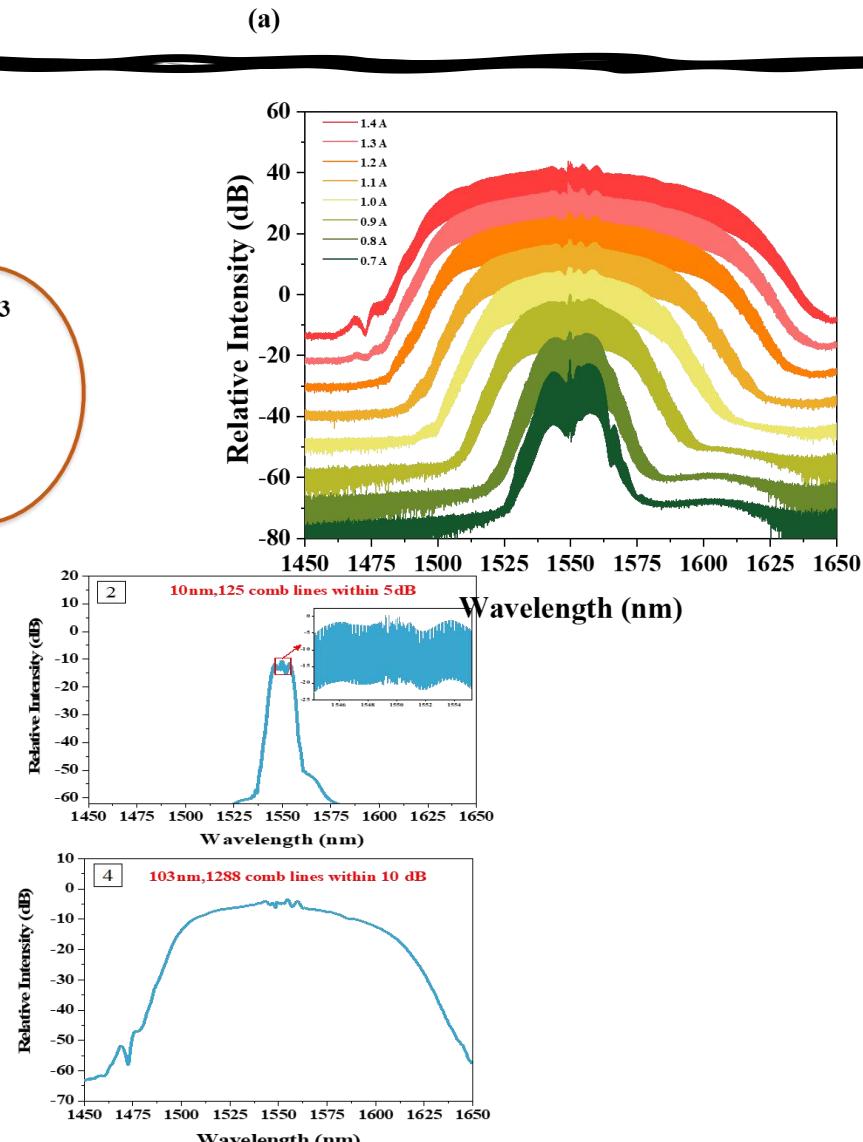
---



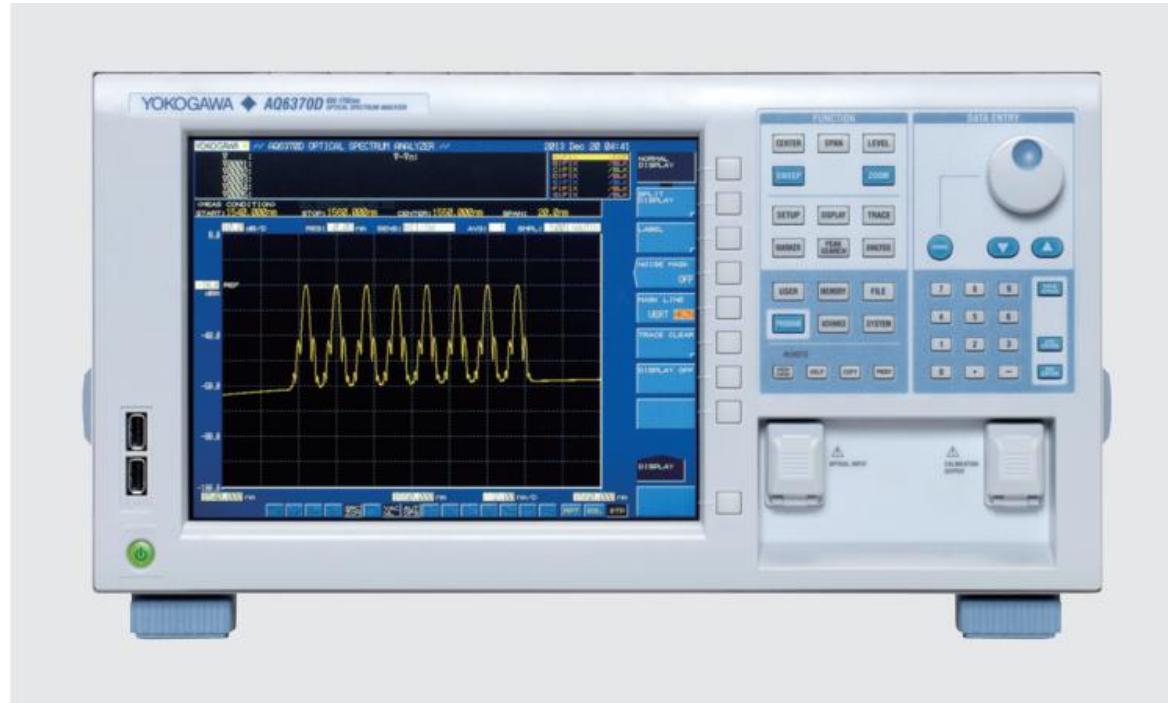
# 八、技术方案



(a)



# 八、仪器选型



- The highest resolution (up to 20 pm\*).
- highest close-in dynamic range(up to 78 dB\*)<sup>test</sup>
- Building automated test systems

Apply:

WDM OSNR test

Optical amplifier test

Passive component  
test

Optical transceiver

- 光谱仪
- 示波器
- 分光板
- 激光器
- 采集卡

# 八、仪器选型

## AQ6370D (600 to 1700 nm)

The ideal model for the characterization and test of optical components and systems used in the telecommunications Industry.

## AQ6373B (350 to 1200 nm)

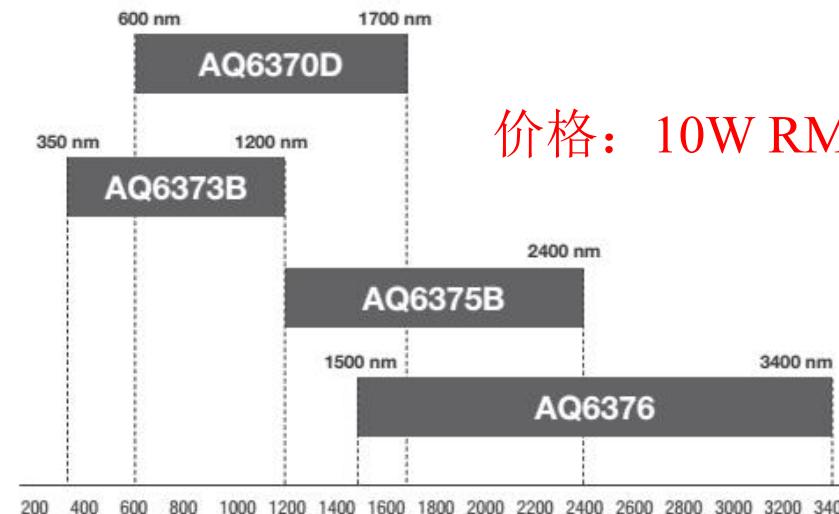
Designed to outperform in optical measurements taken in VIS (visible) and NIR (near infrared) regions.

## AQ6375B (1200 to 2400 nm)

## AQ6376 (1500 to 3400 nm)

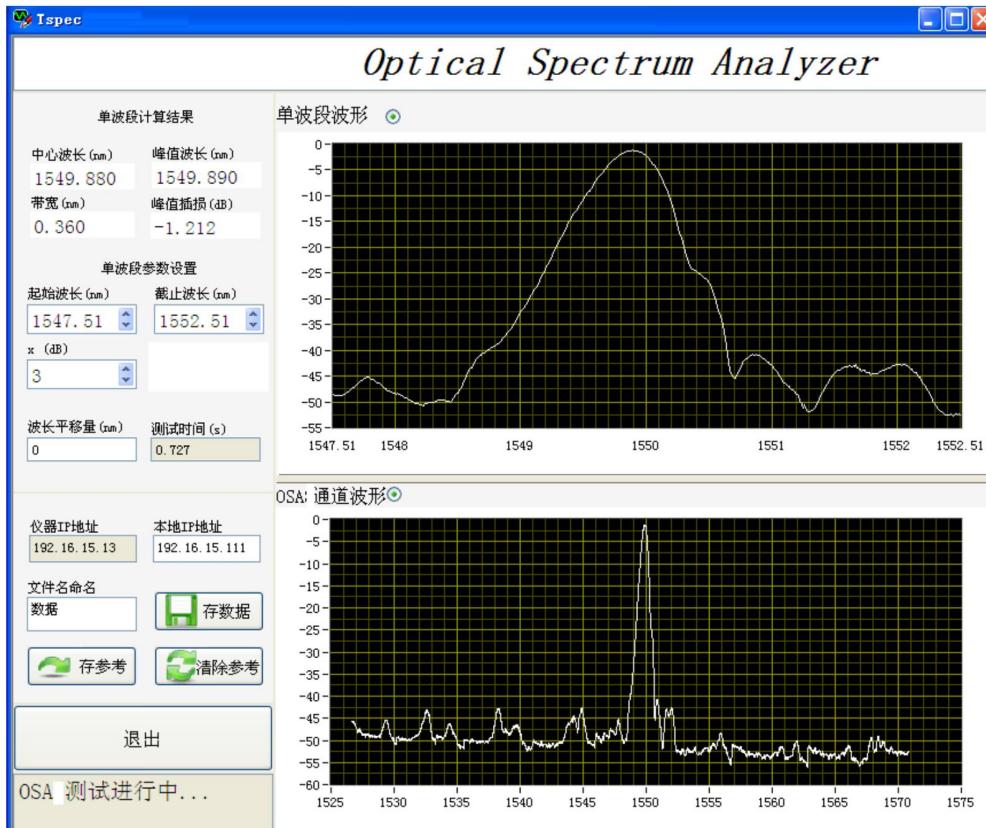
Required when your application requires detection and precise characterization of signals emitted in the exNIR (extended Near InfraRed) and MWIR (Middle-Wavelength InfraRed) regions.

Wavelength range	Standard (-10)	High performance (-20)
1520 to 1580 nm	±0.02 nm	±0.01 nm
1580 to 1620 nm	±0.02 nm	±0.02 nm
1450 to 1520 nm	±0.04 nm	±0.04 nm
<i>Full wavelength range</i>	±0.1 nm	±0.1 nm



价格：10W RMB

# 八、仪器选型

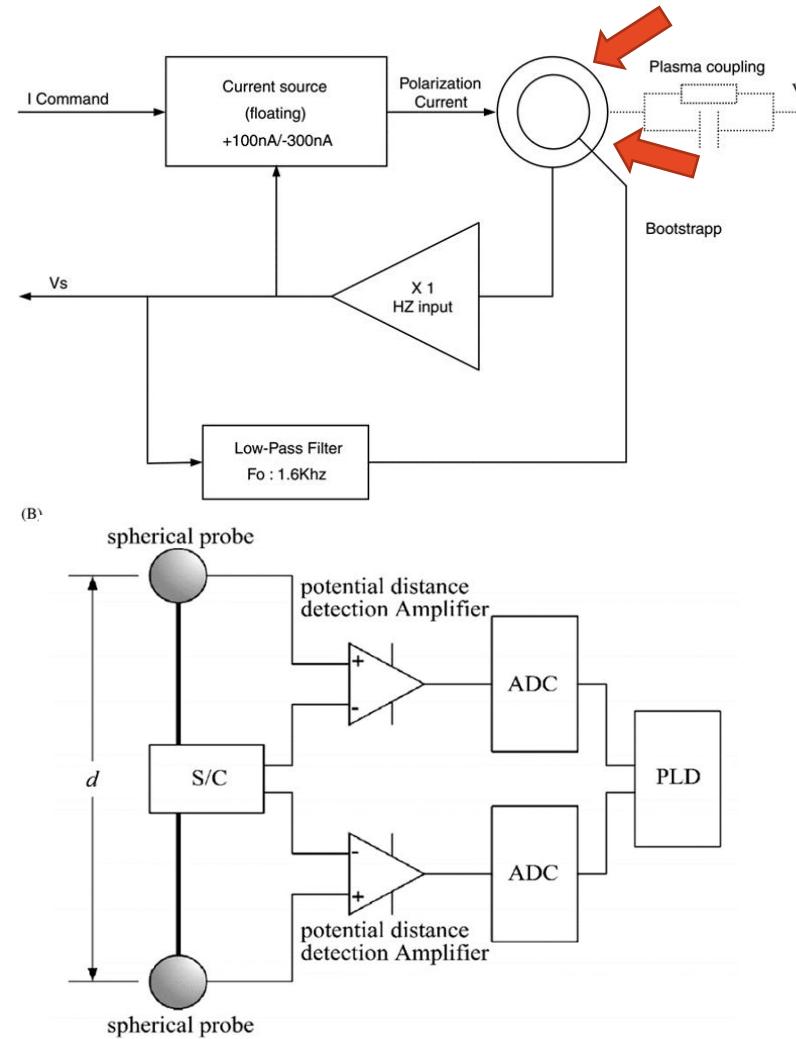
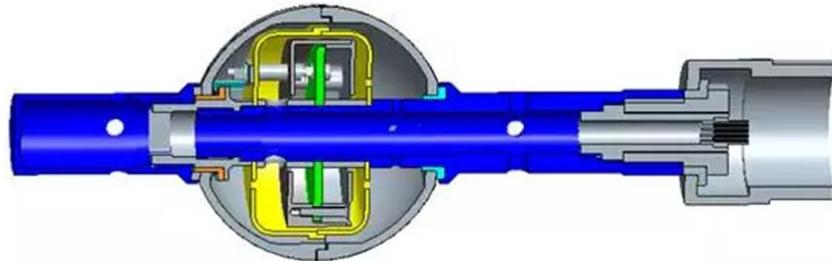


6W RMB

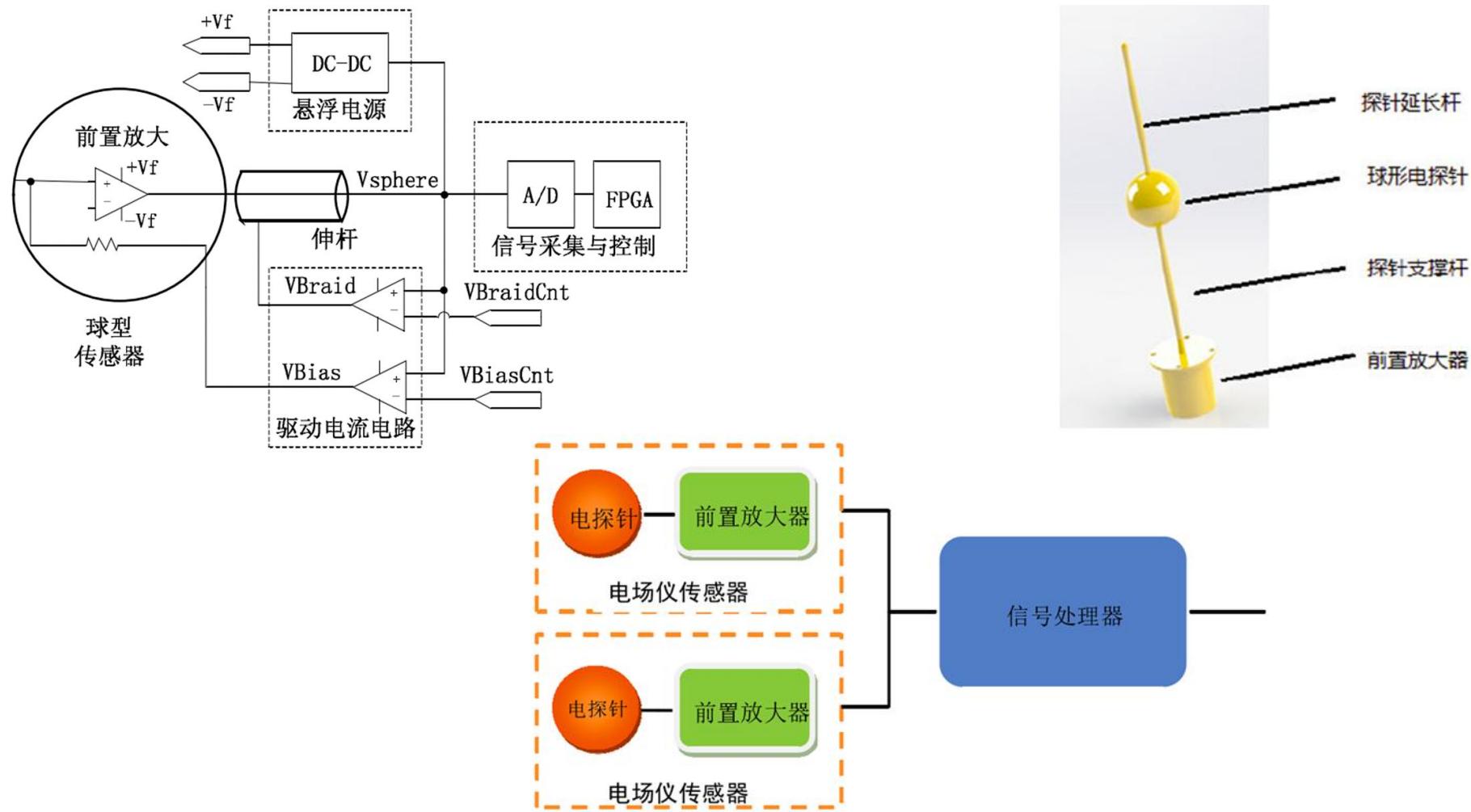
参数	单位	指标
工作波长	nm	1529~1569
波长范围	nm	40
光谱分辨率	pm	10
光谱重复性	pm	< 5
探测功率范围	dBm	-60~2
通道出光功率	dBm	> 0
隔离度测试范围	dB	≥ 35
扫描时间	ms	<700
光接口		FC/PC
通信接口		RJ45



# 九、电场仪



# 九、电场探测仪



# 十、实验室介绍

---

